

СКОРОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ЗАГОТОВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Середкина М.Ю., Логинов Ю.Н.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

m.seredkina90@yandex.ru

Скоростные параметры деформации алюминиевых сплавов определяют структурное состояние полученных заготовок. В соответствии с исследованиями Всероссийского института легких сплавов температура начала рекристаллизации $\theta_{\text{нр}}$ алюминиевых сплавов является функцией степени деформации ε и скорости деформации [1-3]:

$$\theta_{\text{нр}} = f(\varepsilon, \dot{\varepsilon}).$$

Искусственно повышая температуру начала рекристаллизации, можно добиться достижения нерекристаллизованного состояния для готового изделия, тем самым повышая его прочностные характеристики. Сам прием обработки алюминиевых сплавов по достижению нерекристаллизованного состояния в ходе горячей (скорее даже теплой) обработки металла получил название структурного упрочнения, поскольку он основан на стабилизации деформированной структуры металла.

В работах [4-6] отмечается, что эффекта структурного упрочнения проще достигнуть в процессах прессования, чем в процессах прокатки, поскольку скорости деформации при прессовании могут быть снижены искусственно, а скорости прокатки оказываются чрезмерно велики, в результате чего металл переходит в рекристаллизованное состояние.

Целью работы является установление скоростного режима работы стана горячей прокатки, что поможет установить номера проходов, в которых металл находится в рекристаллизованном и нерекристаллизованном состоянии.

При построении режима обжатий и скоростных режимов обычно руководствуются правилами, в соответствии с которыми в первых проходах не рекомендуется применять скорость прокатки больше 1,0-1,2 м/с, особенно при больших обжатиях, так как вследствие интенсивного налипания значительная часть наружной поверхности полосы может покрыться трещинами.

При дальнейшей прокатке величина обжатия часто лимитируется только углом захвата и величиной усилий, моментов, мощностей, возникающих при прокатке. Поэтому обжатия по проходам обычно распределяются таким образом, что в начале прокатки они равны 8-10%, а затем по мере дробления литой структуры и возрастания пластичности сляба увеличивается, достигая в последних пропусках 45% и более. При построении режимов обжатий могут быть учтены и другие критерии, например, принцип экономии энергии [7]. Кроме того, при прокатке на

реверсивном стане часто учитывают принцип четности или нечетности проходов, что вынуждает перераспределять обжатия.

Основными задачами, решаемыми при управлении свойствами продукции в листопрокатном производстве, являются выбор наилучших технологических режимов, позволяющих получить заданный уровень и минимальную неравномерность свойств по длине полосы. Задача должна быть решена для каждого прохода в режиме реального времени.

Исследованию подвергли режим прокатки алюминиевого сплава В95 на стане горячей прокатки ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод». Расчеты выполнены с помощью EXCEL-таблиц.

Данные по распределению скоростей по проходам прокатки получены с помощью системы мониторинга прокатного стана и приведены на рис.1.

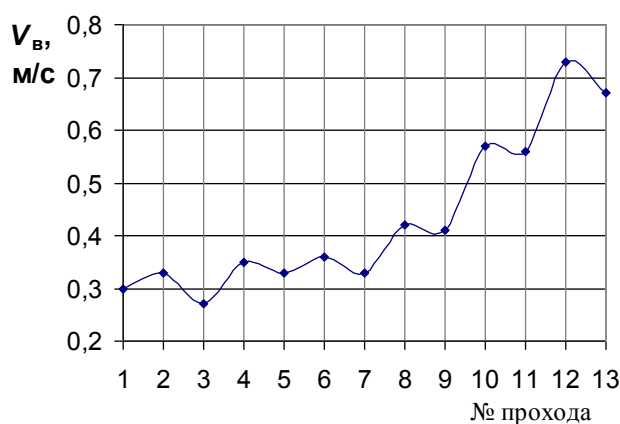


Рис.1. Распределение линейных скоростей при прокатке

На рис.2 представлены данные по расчету обжатий, а на рис.3 – распределение скоростей деформации.

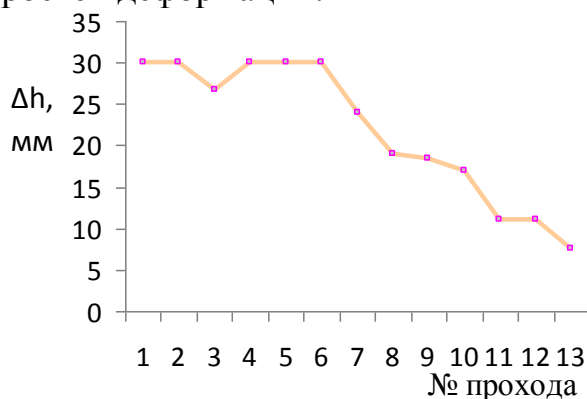


Рис.2. Распределение обжатий по проходам

Приведенный график показывает, что обжатия не удается поддерживать постоянными величинами по проходам, что следует из условий захвата, обжатия приходится снижать из-за возможной перегрузки привода. По известным значениям линейных скоростей, углов захвата α и высоты полосы до прохода h_0 по формуле Экелунда рассчитаны значения средних скоростей деформации $\xi_{ср} = v_g \alpha / h_0$. Эти данные приведены на рис.3.

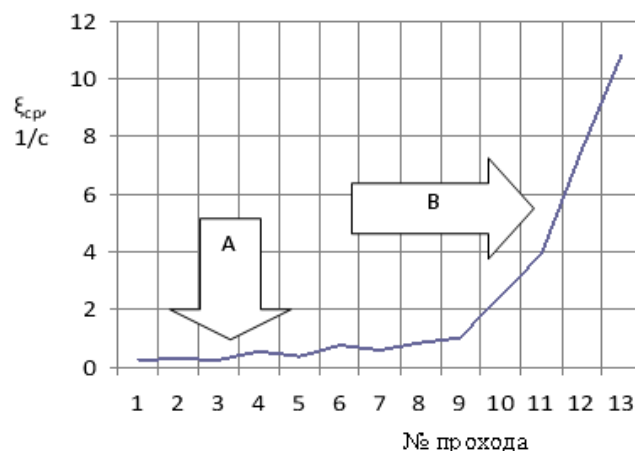


Рис.3. Распределение скоростей деформации по проходам: вертикальная стрелка показывает область низких скоростей деформации, горизонтальная – область высоких скоростей деформации

Как видно по последнему графику, скоростной режим при прокатке изменяется значительно, на графике стрелкой А обозначена область низких скоростей деформации, характерная для начального периода прокатки (примерно до прохода номер 8), в этом случае скорости не достигают значения 1 с^{-1} , а после прохода номер 8 происходит резкое увеличение скорости деформации от 1 с^{-1} до 11 с^{-1} , т.е. на порядок. Объясняется это тем, что при переходе от прохода к проходу происходит несколько процессов одновременно: нарастает линейная скорость прокатки, уменьшается толщина проката и изменяется угол захвата.

Таким образом, удалось установить, что процесс рекристаллизации с позиции проявления эффекта структурного упрочнения может наступить во втором периоде процесса прокатки, при переходе к относительной тонкой полосе.

Следует отметить, что в данном расчете установлены средние скорости деформации, в целом скорость деформации нарастает по очагу деформации от входа к выходу, поэтому максимальная скорость деформации может оказаться выше средней в несколько раз [8]. Кроме того, необходимо учитывать неравномерность деформации по толщине полосы. При прокатке крупных слэбов в первых проходах пластическая деформация сжатия начинается с контактных слоев и распространяется с определенной скоростью, затухая на некоторой глубине. Глубина проникновения деформации зависит от геометрических и технологических параметров процесса прокатки. В практике при первой горячей прокатке деформация сжатия по высоте распределяется неравномерно, даже не достигая внутренних слоев.

При дальнейшей прокатке с увеличением суммарного обжатия и, следовательно, с уменьшением высоты проката, деформация по высоте выравнивается в силу более интенсивного обжатия внутренних слоев. При этом неравномерность деформации по высоте слэба уменьшается, максимальное значение деформации сохраняется в поверхностных и

промежуточных слоях. В последующих пропусках при горячей прокатке наблюдается перераспределение максимального значения деформации. В соответствии с этим явлением, перераспределяются и скорости деформации.

Литература

1. Вайнблат Ю.М., Ланцман П.Ш., Шаршагин Н.А. Диаграммы структурных состояний горячедеформированных алюминиевых сплавов. Известия вузов. Цветная металлургия. 1974. №1. С.155-160.
2. Вайнблат Ю.М. Диаграммы структурных состояний и карты структур алюминиевых сплавов. Металлы. 1982. №2. С.82-89.
3. Елагин В. И. О структурном упрочнении алюминиевых сплавов. Цветные металлы. 2005. №5-6. С. 134-140.
4. Колачев Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1972. 480 с.
5. Логинов Ю. Н., Дегтярева О. Ф. Влияние скорости деформации на эффект структурного упрочнения прессованных труб из алюминиевого сплава 6061. Технология легких сплавов. 2007. № 4. С.123-127.
6. Логинов Ю.Н., Антоненко Л.В. О скоростных режимах деформирования в контейнере при прямом прессовании. Технология легких сплавов. 2010. №4. С. 66-72.
7. Логинов Ю.Н. Анализ энергозатрат при горячей прокатке листовых полуфабрикатов из алюминия. Производство проката. 2005. №4. С.19-24.
8. Курманалиев М.Б., Мухамбетов Д.Г. Кинетика деформации и механизмы структурообразования в низкоуглеродистой стали при горячей прокатке. Вестник КазНТУ. 2005. №6. С. 1-4.